

多様な消費者モデルを用いたサービス市場の創発に関する研究

A study on emergence of service markets considering variety of consumers

藤田 宏介

東京大学大学院 工学系研究科
精密機械工学専攻 修士課程一年

本研究はサービス提供者と多様な消費者からなるサービス市場をマルチエージェントシステムとしてモデル化する。大規模ライフスタイル調査の結果を用いて消費者の多様性をモデル化することによって、より現実に近い市場のモデルを構築した。シミュレーションの結果、消費者の意思決定をモデル化し、提供者と消費者の相互作用を考慮することで、市場に生み出される価値に違いが生じることを確認した。

1. 背景・目的

世界のグローバル化・ネットワーク化に伴い、消費者の行動は複雑・多様化し、消費者の求める価値を特定することが困難になっている。従来、モノの価値は製造する現場で定められ、市場に提供されていた。しかし、近年ではモノが市場に提供され、消費者の利用の仕方そのモノの価値が決まる。その一つにネットワーク外部性が挙げられる。ネットワーク外部性とは他者が同じモノを利用する場合に、自分の効用が上昇することである[1]。このような結果として、あるモノが市場で突然普及するといった予測困難なことが起こる。

このことから、モノを製造する現場である製造業と、それを提供するサービス業が分離できなくなり、工学においても単なるモノの設計からサービス価値という視点も含んだ価値創成に向けた取り組みが注目されている。サービス価値の特徴は提供者によってそれが独立に決められるのではなく、消費者と提供者の相互作用というダイナミクスの中から生み出される点にある。

また、消費者の求める価値そのものを知るための方法の一つにライフスタイルからのアプローチがある[2]。ライフスタイルに関する研究は古くから社会心理学の分野でなされている。アンケートを用いて人間のライフスタイルを分類するといったものである。しかし、これらの結果を利用し、工学的な視点からどのように新しいサービスを提案するかに関しては、その手法が十分に確立されているとは言えない[3]。

以上を踏まえて、今後市場に適したサービスを提供していくためには、個人個人の価値観やライフスタイルを明らかにしていくとともに、市場における複数の意思決定者の

相互作用やそのダイナミクスを扱う必要性があるという。

そこで本研究では、消費者と提供者の相互作用を考慮した、サービス市場を創発現象としてモデル化し、検証することを目的とする。その手法として、まずライフスタイルデータを用いて、消費者の多様性を実世界に近い形でモデル構築を行う。その多様な消費者と提供者の相互作用を考慮した市場モデルを提案し、シミュレーションによって検証する。

2. サービス市場モデル

2.1 モデル概要

サービス市場モデルは1人のサービス提供者とN人の消費者から構成される。提供者がサービスを市場に提供し、消費者が自分の価値意識に基づいてそのサービスを利用するかどうかを決める。

サービスは3つの独立した機能によって実現されるものとする。

$$S_m = S_m (f_1 \ f_2 \ f_3) \quad f_1, f_2, f_3 = \{0, 1, 2, 3\}$$

f_i ($i = 1, 2, 3$)は各機能をどれだけ実現しているかという実現量を表す。 f_i の値が大きいほどその機能が充実しているものとする。サービスはその実現量に応じて市場価格 P が決まる。サービスの価格は単位価格 Γ を用いて以下の式で決まる。

$$P_m = S_m \Gamma = (f_1 \ f_2 \ f_3) \begin{pmatrix} \gamma_1 \\ \gamma_2 \\ \gamma_3 \end{pmatrix} \quad (1)$$

提供者は単位コスト T を用いてサービスを提供し、市場

からは以下の式に基づいて利得を得る. この利得 Π を提供者余剰とする.

$$\Pi = \sum_m (P_m - S_m T) \times N_m \quad (2)$$

N_m は S_m を利用する人数である. 提供者は毎ステップ自分の利得を最大にすることを目的に, 市場に提供するサービスを定める. 提供者は Q 学習に基づく学習器を持ち, その経験に基づいて市場に提供するサービスを決定する.

消費者 $C_n (n=1, 2, \dots, N)$ はサービスに対する要求量 D_n と単位留保価格 V_n を持ち留保価格 RP_n を次のように定める.

$$RP_n = D_n V_n = \begin{pmatrix} d_{n1} & d_{n2} & d_{n3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_{n1} \\ v_{n2} \\ v_{n3} \end{pmatrix} \quad (3)$$

消費者はこの留保価格と要求量に基づいてサービスを利用するかどうかを決める. 消費者がサービスを利用する場合の条件式は以下の二式の通りである.

$$RP_n \geq P_m \quad (4)$$

$$F_{m1} \geq D_1 \cap F_{m2} \geq D_2 \cap F_{m3} \geq D_3 \quad (5)$$

(4) 式はサービスの価格が自分の留保価格以内であるかを表し, (5) 式はサービスの各機能が自分の要求する基準を満たしているかを示している.

また, 単位留保価格にはネットワーク外部性を考慮し, 次のように定める. 第二項にのみ考慮したのは, 2.2 節で述べるように第二項を消費者の携帯電話の利用時間をもとにモデル化を行ったためである.

$$V_n (v_{n1} \ v_{n2} \ v_{n3}) = V_n (v_{n1} \ a + b \sum_m N_m \ v_{n3}) \quad (4)$$

以上のようにして, 消費者は市場に提供されるサービス, および市場での利用状況に応じてサービスを利用するかどうかを決める. 一方, 提供者はこの消費者の利用状況を把握しながら提供するサービスを決定する. このような方法によって, 消費者と提供者の相互作用をモデル化した.

2.2 ライフスタイルデータに基づく消費者モデル

消費者のモデルをより現実に近づけるために, ライフスタイルに関するアンケートを実施し, その回答結果をもとに消費者の要求量を決定した. 今回, サービスとして携帯電話サービスのような通信サービスを想定し, サービスの各機能を

1. サービスに付随する物により実現する機能
2. サービスそのものによって提供される機能
3. サービスの付加価値として実現される機能

とした.

そして, 各機能に対応づけてアンケートの以下の質問項目の回答を消費者の要求量に割り当てた.

1. 携帯電話の通話・メール以外の利用時間
2. 携帯電話の通話・メールの利用時間
3. モノやファッションにこだわりが強い

図 1 はその結果である. 消費者の総数 $N=767$ 人とした.

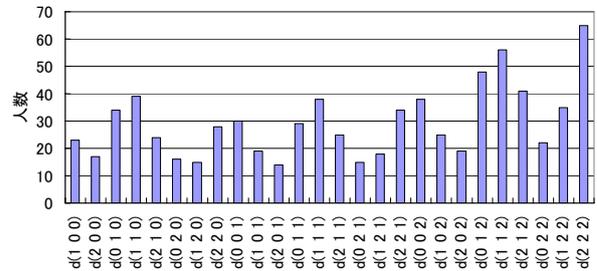


図1 消費者の構成

3. 計算機実験

3.1 実験設定

実験を表 1 の設定で行う. まず, 提供者の学習もネットワーク外部性の効果も考慮せずに, あらかじめ提供するサービスを決定した場合に, 消費者がどのような行動をとるかを検証する. 次に実験 2 においてネットワーク外部性を考慮した場合に消費者の行動にどのような変化が現れるのかを検証する. さらに実験 3 において, 提供者が学習した場合に市場に提供されるサービスについて検証する.

市場におけるそのほかのパラメータは $\Gamma = \Gamma(2 \ 1.5 \ 1.5)$, $T = T(1.5 \ 0.5 \ 1)$, $v_{n1} = 3$, $v_{n3} = 2$, $a = 2.5$, $b = 0.005$ とした. 今回の実験では要求量の違いによる消費者の行動を比較するため, 消費者の単位留保価格 V_n は消費者全体で同一とした.

なお, 本研究で計算機実験を行うにあたり, 構造計画研究所 [4] のマルチエージェントシミュレータ *artisoc* を用いて実装した.

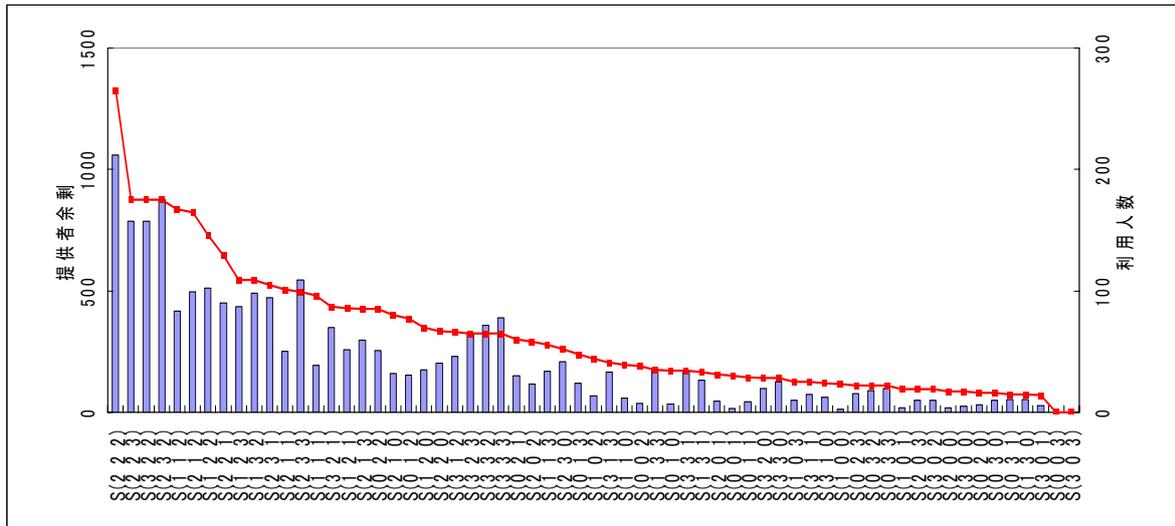


図 2 各サービス提供時の提供者余剰と利用人数

表 1 実験設定

| | 実験1 | 実験2 | 実験3 |
|-----------|-----|-----|-----|
| 提供者の学習 | なし | なし | あり |
| ネットワーク外部性 | なし | あり | あり |

3. 2 実験結果

図 2 は実験 1 における各サービスを市場に提供した場合の利用人数と提供者の余剰を示している。S(2 2 2)が市場において多くの人に利用され、高い余剰を得るサービスとなっている。まず、消費者の要求量が図 1 のように多様に分布している状況においても、S(2 2 2)のように市場で一般的に広く受け入れられるサービスの存在が確認された。一方S(2 3 3)やS(3 3 3)といったサービスが利用人数に比べ、高い余剰を出している。消費者のもつ要求量 d_i の値は 2 が最大値であることから、 f_i が 3 となるサービスは要求以上に高い機能を実現したものである。このような高い機能を実現したサービスが一部の利用者に受け入れられ、大きな余剰をうむという現象も確認された。

表 2 実験 2 における市場の各指標

| | 消費者余剰 | 提供者余剰 | 利用者数 |
|----------|---------------------|------------------|---------------|
| S(2 2 2) | 1689.9 (+1049.9) | 1588 (+528) | 397 (+132) |
| S(2 3 2) | 795 (+458) | 1230 (+355) | 246 (+71) |
| S(2 2 3) | 795 (+458) | 1107 (+319.5) | 246 (+71) |
| S(3 2 2) | 628.6 (+379.1) | 994.5 (+207) | 221 (+46) |

表 2 は実験 2 において高い余剰を提供するサービスの消費者余剰、提供者余剰、利用者数を示したものである。()内の数字は実験 1 の結果と比較した変化量を示している。

S(2 2 2)はネットワーク外部性の効果で市場の半数以上の人に受け入れられ、高い余剰を生み出している。ネットワーク外部性の効果により留保価格が上昇し、もともと要求量の高くない消費者も利用するようになるためである。また、S(2 3 2)やS(3 2 2)、S(2 2 3)といったやや機能の高いサービスの利用者が増加し、高い余剰を生み出す結果となった。これも留保価格の上昇から要求量よりも高い機能を実現したサービスを許容するようになったためである。

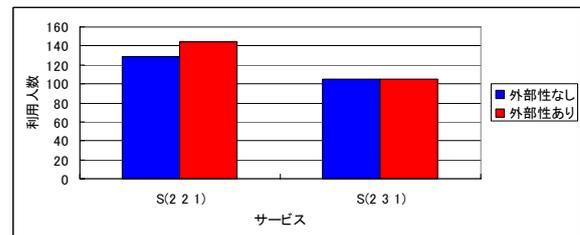


図 3 ネットワーク外部性の効果の比較

このように、ネットワーク外部性を追加すると利用者が必ず増加すると推測できるが、ネットワーク外部性の効果を考慮しても利用人数が増加しない場合もみられた。図 3 は実験 1 と実験 2 での利用人数を表している。S(2 2 1)は外部性が考慮された場合に人数が増加しているが、S(2 3 1)は変化していない。このような結果から、多様化した市場

において受け入れられるサービスと受け入れられないサービスの差が顕著になったといえることができる。

表3は実験3において、提供者が市場において学習し、行動解として得たサービスとその指標である。提供者は市場に $S(2,2,2)$ を提供する、あるいは $S(2,2,2)$, $S(2,2,3)$ を交互に提供するという振動解が得られた。

実験2の結果と比較して $S(2,2,3)$ といったサービスを提供した際に利用者数が増加し、提供者、消費者の得る余剰が増加している。これは消費者の留保価格がネットワーク外部性によって変動する。その変動に応じて提供するサービスを提供者が変更することによって利用者を増やし、余剰を増加させる行動を提供者が獲得している。この結果から提供者と消費者の相互作用から市場において、価値を増大させる作用が働いている可能性が示唆されたといえる。

表3 実験3において提供者が得た行動結果

| | | 消費者余剰 | 提供者余剰 | 利用者数 |
|-----|------------|--------|--------|------|
| 結果1 | $S(2,2,2)$ | 1689.9 | 1588 | 397 |
| 結果2 | $S(2,2,2)$ | 1346 | 1432 | 358 |
| | $S(2,2,3)$ | 1053 | 1273.5 | 283 |

4. 結論

ライフスタイルデータの分析に基づいて、多様性を考慮した消費者モデルを構築した。その結果、市場において広く利用される普遍的なサービスの存在や、一部の利用者から大きな余剰を得るサービスの存在を市場モデルで確認することができた。また、ライフスタイルの分析結果を工学的に応用するための一手法を提案した。

さらに市場モデルに消費者だけでなく提供者をモデルにいれることで、その相互作用から新たな価値が生み出されることが示唆された。今後は、デファクトスタンダードやブランド価値などの社会現象を対象とし、消費者の行動と社会現象の関係を明らかにしたい。そして、新しいサービスを社会に普及させるためのメカニズムを明らかにしていきたい。

5. 追記

この文書は卒業論文[5]をもとに、構造計画研究所への研究成果報告書として作成したものである。また、この研究成果の一部は[6]で発表予定である。

参考文献

- 1) 依田高典, ネットワーク・エコノミクス, 日本評論者, 2001
- 2) 竹村和久, 消費行動の社会心理学, 北大路書房, 2000
- 3) Ueda, K. and Takenaka, T., An Analysis of Service Studies toward Sustainable Value Creation, Int.J.Sustainable Manufacturing, No.1 Vol.1 2008,(To appear)
- 4) 構造計画研究所, <http://mas.kke.co.jp>
- 5) 藤田宏介, 多様な消費者モデルを用いたサービス市場の創発に関する研究, 東京大学卒業論文, 2006
- 6) T. Kito, K. Fujita, T. Takenaka and K.Ueda, Multi-Agent Market Modeling Based on Analysis of Consumer Lifestyles, The 41st CIRP Conference on Manufacturing Systems, 2008(To appear)